

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 302 514

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 76 05001

(54)

Procédé et dispositif pour l'essai de thermocouples.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.²). G 01 K 15/00, 7/02.

(22)

Date de dépôt 24 février 1976, à 10 h 46 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en Grande-Bretagne le 28 février 1975, n. 8.369/1975 au nom de la demanderesse.*

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 39 du 24-9-1976.

(71)

Déposant : Société dite : THE SOLARTRON ELECTRONIC GROUP LIMITED, résidant
en Grande-Bretagne.

(72)

Invention de : John C. Emmerson.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Henri Havre. Compteurs Schlumberger.

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27 rue de la Convention 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention est relative à un procédé et un dispositif pour l'essai de thermocouples, notamment de thermocouples associés à un système d'acquisition de données.

Un grand nombre de thermocouples peuvent être associés à un tel système, chacun étant disposé dans un emplacement respectif d'une installation, telle qu'une centrale électrique ou une usine de traitement chimique, surveillée par le système d'acquisition de données. Chaque thermocouple peut être sélectivement connecté à un instrument de mesure, tel qu'un voltmètre numérique, qui fait partie du système d'acquisition de données, et qui mesure les forces thermo-électromotrices respectives fournies par les thermocouples pour déterminer les températures respectives aux divers emplacements où ces thermocouples sont disposés. De temps en temps, il est possible qu'un, ou plusieurs thermocouples puisse se trouver endommagé, par exemple au cours de son déplacement en un endroit différent de l'installation. Si le dommage provoque une ouverture du circuit du thermocouple, ceci peut être détecté assez facilement. Cependant, il est possible que le dommage puisse provoquer une résistance du thermocouple plus élevée que sa résistance normale au lieu de sa mise en circuit ouvert. Dans ce cas, le thermocouple peut continuer à fournir une force électromotrice de sortie apparemment normale, c'est-à-dire une force électromotrice de sortie dans sa gamme de fonctionnement normale, mais qui néanmoins n'est pas correctement représentative de la température à laquelle est soumis ce thermocouple.

L'invention a pour objet un procédé et un dispositif pour l'essai de thermocouples associés à un système d'acquisition de données, qui surmontent ces difficultés.

Suivant une caractéristique de l'invention, il est prévu un procédé pour l'essai de thermocouples associés à un système d'acquisition de données, caractérisé par les opérations suivantes.:

- produire un premier signal électrique de sortie représentatif de la résistance du thermocouple quand on sait que ce thermocouple fonctionne correctement,
- mettre en mémoire ledit premier signal de sortie et,
- de temps en temps par la suite, produire un signal électrique de sortie supplémentaire représentatif de la résistance du thermocouple et comparer ledit signal de sortie supplémentaire avec le signal mémorisé pour vérifier si la résistance du thermocouple a varié.

Suivant un mode de mise en oeuvre préféré de l'invention, l'opération de production du premier signal de sortie comprend les opérations suivantes :

- produire un premier signal électrique de mesure représentatif de l'amplitude

de la tension de sortie produite par le thermocouple quand on sait que ce thermocouple fonctionne correctement,

- faire passer un courant connu à travers le thermocouple quand on sait que ce thermocouple fonctionne correctement et produire un second signal électrique de mesure représentatif de l'amplitude de la tension de sortie produite par le thermocouple quand il est parcouru par ledit courant, et
- combiner lesdits premier et second signaux de mesure pour produire un signal différentiel représentatif de la différence entre les amplitudes respectives représentées par lesdits premier et second signaux de mesure, le premier signal de sortie étant constitué par ledit signal différentiel.

Dans ce cas, chaque opération pour produire un signal de sortie supplémentaire comprend les opérations suivantes :

- produire un troisième signal électrique de mesure représentatif de la tension de sortie produite par le thermocouple,
- faire passer ledit courant connu à travers le thermocouple et produire un quatrième signal électrique de mesure représentatif de l'amplitude de la tension de sortie produite par le thermocouple quand il est parcouru par ledit courant, et
- combiner lesdits troisième et quatrième signaux de mesure pour produire un signal différentiel supplémentaire représentatif de la différence entre les amplitudes respectives représentées par lesdits troisième et quatrième signaux de mesure, le signal de sortie supplémentaire étant constitué par le signal différentiel supplémentaire.

Avantageusement, les signaux de mesure sont produits et combinés de façon numérique, en sorte que le premier signal de sortie et le signal de sortie supplémentaire sont des signaux numériques.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, il est prévu un dispositif utilisable dans un système d'acquisition de données pour l'essai d'un thermocouple associé audit système, ce dispositif comportant :

- des moyens pour produire un signal électrique de sortie représentatif de la résistance du thermocouple,
 - des moyens de mise en mémoire du signal,
 - des moyens de comparaison de signaux, et
 - des moyens de commande pour faire produire aux moyens de production du signal de sortie un premier desdits signaux de sortie quand on sait que le thermocouple fonctionne correctement, et pour provoquer la mise en mémoire dudit premier desdits signaux de sortie,
- les moyens de commande étant actionnés de temps en temps par la suite pour faire produire aux moyens de production du signal de sortie des signaux

supplémentaires desdits signaux de sortie, et pour provoquer la comparaison par les moyens de comparaison de chacun desdits signaux de sortie supplémentaires avec le signal mis en mémoire dans les moyens de mise en mémoire, pour vérifier si la résistance du thermocouple a varié.

- 05 De préférence les moyens pour produire le signal de sortie comportent des moyens pour produire un signal électrique de mesure représentatif de l'amplitude de la tension de sortie produite par le thermocouple, des moyens pour faire passer un courant connu à travers le thermocouple et un circuit de soustraction, les moyens de commande étant en outre actionnés pour faire produire
10 aux moyens de production du signal de sortie un premier desdits signaux de mesure quand ledit courant connu ne passe pas dans le thermocouple, pour actionner les moyens pour faire passer ledit courant connu à travers le thermocouple pour produire un second desdits signaux de mesure quand ce courant passe à travers le thermocouple, et pour obtenir dans le circuit de soustraction une
15 combinaison desdits premier et second signaux de mesure de manière à produire un signal différentiel représentatif de la différence entre les amplitudes respectives représentées par le premier et le second desdits signaux de mesure, le signal de sortie étant constitué par le signal différentiel.

- Avantageusement, les moyens pour produire le signal de sortie comportent
20 un convertisseur analogique-numérique adapté pour convertir une tension analogique d'entrée en un signal numérique représentatif de l'amplitude de cette tension.

- L'invention va être maintenant décrite, à titre d'exemple non limitatif, en relation avec le dessin annexé qui représente, sous forme de bloc-diagramme,
25 un circuit d'un dispositif conforme à l'invention, pour être utilisé dans un système d'acquisition de données pour l'essai de thermocouples associés à ce système.

Le dispositif représenté sur le dessin est référencé de façon générale par 10, et fait partie d'un système d'acquisition de données.

- 30 Le dispositif 10 comporte une paire de bornes d'entrée 11, 12 qui sont reliées, en fonctionnement, pour recevoir la tension de sortie produite par un thermocouple 14 ayant une jonction chaude 16 et une jonction froide 18. Par raison de simplicité, on a représenté un seul thermocouple, quoique en pratique, dans cette application particulière à un système d'acquisition de données, il
35 puisse y avoir une pluralité de thermocouples pouvant être reliés sélectivement aux bornes d'entrée 11, 12 au moyen d'un commutateur de balayage.

- Les bornes 11, 12 sont reliées à l'intérieur du dispositif 10, aux bornes 20, 21 d'un convertisseur analogique-numérique 22 qui a une entrée de commande 24 et une sortie 26. Le convertisseur 22 est adapté pour produire à sa sortie
40 26, à la réception d'un signal de commande sur son entrée de commande 24, un

signal de sortie numérique représentatif de l'amplitude de la tension appliquée à ses entrées 20, 21.

Les bornes 11, 12 sont aussi reliées, à travers les interrupteurs respectifs 28, 30 aux sorties 32, 34 d'une source de courant constant 36. Ces interrupteurs 28, 30 sont par exemple des relais à lames souples.

La sortie 26 du convertisseur 22 est reliée à un commutateur-inverseur 38 ayant une première position dans laquelle il relie la sortie 26 à l'entrée 39 d'une mémoire numérique 40, par exemple une mémoire à accès au hasard ("random access memory") et une seconde position dans laquelle il relie la sortie 26 à une entrée 42 d'un circuit numérique de soustraction 44.

Le circuit 44 a une entrée de commande 49, et une sortie 50 reliée à un commutateur-inverseur 52. Cet inverseur a une première position dans laquelle il relie la sortie 50 à l'entrée 54 d'une mémoire numérique 56, par exemple une autre mémoire à accès au hasard, et une seconde position dans laquelle il relie la sortie 50 à une entrée de comparaison 58 d'un comparateur numérique 60. La mémoire 56 a une entrée de commande 61 et une sortie 62 qui est reliée à une autre entrée de comparaison du comparateur 60. Le comparateur 60 a une entrée de commande 65.

Le comparateur 60 a aussi une sortie 66 sur laquelle il fournit un signal de niveau logique "1" quand les signaux numériques respectifs appliqués à ses entrées 58, 64 diffèrent de plus d'une quantité déterminée; quand ces signaux ne diffèrent pas de plus de cette quantité déterminée, le comparateur 60 produit à sa sortie 66 un signal de niveau logique "0". Le signal à la sortie 66 du comparateur 60 constitue le signal de sortie du dispositif 10.

Le dispositif 10 comporte en outre un contrôleur de séquence ayant une entrée de remise à zéro 71, une entrée de démarrage d'essai 72 et une pluralité de sorties de commande 73 à 77; la sortie de commande 73 est reliée à l'entrée de commande 24 du convertisseur 22, la sortie de commande 74 est reliée aux interrupteurs 28, 30, 38 (comme indiqué schématiquement par la flèche 78); la sortie de commande 75 est reliée aux entrées de commande 45, 49 de la mémoire 40 et du circuit soustracteur 44 respectivement; la sortie de commande 76 est reliée à l'inverseur 52 (comme indiqué schématiquement par la flèche 79), et la sortie de commande 77 est reliée aux entrées de commande 61, 65 de la mémoire 56 et du comparateur 60 respectivement. Le contrôleur de séquence 70 ne sera pas décrit en détail puisqu'il comporte simplement une source d'impulsions d'horloge, au moins un compteur et une pluralité de circuits de portes logiques et de circuits bistables tous branchés de façon usuelle pour exciter les sorties de commande 73-77 pendant des intervalles de temps prédéterminés et suivant une séquence prédéterminée, comme on le verra par la suite.

- En fonctionnement, et à un instant où l'on sait que le thermocouple 14 fonctionne correctement, et à une température stable, le thermocouple 14 est connecté aux bornes d'entrée 11, 12 du dispositif 10. Pour démarrer le fonctionnement de ce dispositif une impulsion est appliquée sur l'entrée 71 du

05 contrôleur de séquence 70, et cette impulsion agit, si nécessaire, pour remettre tous les interrupteurs 28, 30, 38, 52 dans les positions illustrées sur le dessin. La tension de sortie V_1 fournie par le thermocouple 14, cette tension étant la force thermo-électromotrice produite par le thermocouple, est ainsi appliquée aux bornes d'entrée 20, 21 du convertisseur 22.

10 Un bref instant après cette impulsion, le contrôleur de séquence 70 produit à sa sortie de commande 73 une impulsion de commande "conversion" qui est appliquée sur l'entrée de commande 24 du convertisseur 22, de sorte que le convertisseur fournit à sa sortie 26 un premier signal numérique V_{1N} représentatif de l'amplitude de la tension V_1 . Il est donc à noter que le signal

15 numérique V_{1N} est représentatif de l'amplitude de la force thermo-électromotrice produite par le thermocouple 14. Ce premier signal numérique V_{1N} est aiguillé par l'inverseur 38 dans la mémoire 40.

Un bref instant après que le signal numérique V_{1N} a été emmagasiné dans la mémoire 40, le contrôleur de séquence 70 produit à sa sortie de commande 74

20 un signal qui met chacun des interrupteurs 28, 30 et inverseur 38 dans leur autre position (non représentée). La source de courant constant 36 est donc connectée au thermocouple 14 pour y faire passer un courant connu. Le thermocouple produit maintenant une tension de sortie V_2 qui représente la somme de sa force thermo-électromotrice V_1 et une tension V_3 produite à ses bornes par

25 le passage du courant connu I , la tension V_3 étant donnée par IR , où R est la résistance du thermocouple 14 quand il fonctionne correctement. Aussitôt après, le contrôleur de séquence 70 produit à sa sortie 73 une impulsion de commande "conversion" supplémentaire, de sorte que le convertisseur 22 fournit à sa sortie 26 un second signal numérique V_{2N} représentatif de l'amplitude de

30 la tension V_2 . Ce second signal numérique est aiguillé par l'inverseur 38 sur l'entrée 42 du circuit soustracteur 44. L'intervalle de temps entre la production des premier et second signaux numériques est dans cet exemple inférieur à une seconde, de sorte que la température du thermocouple 14 peut être considérée avec sécurité comme constante.

35 Le contrôleur de séquence 70 produit alors à sa sortie 75 une impulsion qui provoque la lecture du signal numérique dans la mémoire 40 et son application sur l'autre entrée 48 du circuit soustracteur 44, cette même impulsion provoquant aussi dans ce circuit la soustraction algébrique de l'un des deux signaux numériques à ses entrées 42, 48 de l'autre signal. Le circuit sou-

40 tracteur 44 produit ainsi à sa sortie 50 un signal différentiel représentatif

de l'amplitude de la tension $V_2 - V_1 = V_3 = IR$. Ce signal différentiel numérique est emmagasiné dans la mémoire 56, à travers l'inverseur 52. Ainsi, la mémoire 56 contient maintenant un signal numérique représentatif de l'amplitude de la résistance du thermocouple 14 à un moment où l'on sait que ce thermocouple fonctionne correctement.

Afin de vérifier par la suite le thermocouple 14, une impulsion est appliquée sur l'entrée 72 du contrôleur de séquence 70, cette impulsion ayant pour effet de mettre l'inverseur 52 dans sa position non représentée et remettre les autres interrupteurs 28, 30 et l'inverseur 38 dans leur position représentée. Puis la séquence d'opérations décrite ci-dessus pour produire les premier et second signaux numériques et pour en tirer un signal différentiel numérique est répétée, mais le signal différentiel numérique est maintenant appliqué par l'intermédiaire de l'inverseur 52 sur l'entrée de comparaison 58 du comparateur 60. Le contrôleur de séquence 70 produit alors à sa sortie 77 une impulsion provoquant la lecture non-destructrice du signal numérique mémorisé dans la mémoire 56 et l'application de ce signal sur l'autre entrée de comparaison 64 du comparateur 60, cette même impulsion ayant aussi pour effet la comparaison dans le comparateur des signaux numériques appliqués à ses entrées 58, 64. Si la résistance du thermocouple n'a pas varié de façon significative, indiquant que le thermocouple est encore en fonctionnement correct, le comparateur 60 produit à sa sortie 66 le signal de niveau logique "0" mentionné précédemment, tandis que si la résistance du thermocouple a varié de façon significative, le comparateur 60 produit un signal de niveau logique "1" à sa sortie 66. Ce dernier signal peut être utilisé pour actionner une alarme, par exemple un voyant lumineux, si on le désire.

La procédure complète d'essai décrite ci-dessus est répétée de temps en temps pour assurer une vérification continue du thermocouple 14, et peut être déclenchée manuellement et/ou par une horlogerie formant partie du système d'acquisition de données. Il est sans importance que la température du thermocouple 14 puisse être différente à chaque essai, puisque la force électromotrice produite par le thermocouple, quelle que soit sa valeur, est éliminée dans l'opération de soustraction.

Pour assurer les essais d'une pluralité de thermocouples, il est seulement nécessaire d'augmenter la capacité de la mémoire 56 pour mémoriser un signal numérique différentiel pour chaque thermocouple, et d'adapter le contrôleur de séquence d'abord pour répéter sa séquence complète de fonctionnement en réponse à la première impulsion appliquée sur son entrée 71 pour chaque thermocouple à tour de rôle, et ensuite pour répéter sa séquence complète de fonctionnement en réponse à chaque impulsion de démarrage d'essai pour chaque thermocouple à tour de rôle (tandis que la mémoire 56 est correctement

adressée pour chaque thermocouple).

En variante, la capacité de la mémoire 40 peut aussi être augmentée et le contrôleur de séquence être adapté pour provoquer l'entrée séquentielle dans la mémoire 40 d'un premier signal numérique respectif provenant de chaque thermocouple à tour de rôle, avec les interrupteurs 28, 30 dans leur position représentée. Le contrôleur de séquence 70 est alors conçu pour basculer les interrupteurs 28, 30 dans leur autre position, et pour déclencher le convertisseur 22 pour qu'il fournisse un second signal numérique respectif pour chaque thermocouple à tour de rôle, chaque second signal numérique étant combiné par soustraction dans le circuit soustracteur 44 avec le premier signal numérique correspondant lu dans la mémoire 40 pour produire un signal différentiel numérique respectif. Ces signaux différentiels numériques sont soit introduits dans la mémoire 56, soit appliqués sur le comparateur 60 selon que leur production a été déclenchée à l'origine par une impulsion sur l'entrée 71, ou sur l'entrée 72 du contrôleur de séquence 70.

Il est à remarquer que bien des modifications peuvent être apportées au mode de réalisation de l'invention qui vient d'être décrit. En particulier, dans un système d'acquisition de données commandé par un ordinateur ou par un micro-processeur avec une mémoire associée, une source de courant convenable telle que la source 36 peut être prévue, et alors le procédé suivant l'invention peut être exécuté en programmant convenablement le ordinateur ou le micro-processeur pour commander le système d'acquisition de données pour qu'il exécute les différentes mesures nécessaires dans une séquence correcte. Aussi, bien que les inverseurs 38 et 52 soient représentés sous forme d'inverseurs mécaniques, on notera qu'en pratique ils sont réalisés sous forme d'inverseurs à semi-conducteur statiques.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour l'essai d'un thermocouple associé à un système d'acquisition ^{de} données, caractérisé par les opérations suivantes :
 - produire un premier signal électrique de sortie représentatif de la résistance du thermocouple quand on sait que ce thermocouple fonctionne correctement,
05
 - mettre en mémoire ledit premier signal de sortie, et
 - de temps en temps par la suite, produire un signal électrique de sortie supplémentaire représentatif de la résistance du thermocouple et comparer ledit
10 signal de sortie supplémentaire avec le signal mémorisé pour vérifier si la résistance du thermocouple a varié.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération de production du premier signal de sortie comprend les opérations suivantes :
 - produire un premier signal électrique de mesure représentatif de la tension de sortie produite par le thermocouple quand on sait que ce thermocouple
15 fonctionne correctement,
 - faire passer un courant connu à travers le thermocouple quand on sait que ce thermocouple fonctionne correctement et produire un second signal électrique de mesure représentatif de l'amplitude de la tension de sortie produite par le thermocouple quand il est parcouru par ledit courant, et
20
 - combiner lesdits premier et second signaux de mesure pour produire un signal différentiel représentatif de la différence entre les amplitudes respectives représentées par lesdits premier et second signaux de mesure, le premier signal de sortie étant constitué par ledit signal différentiel.
3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que chaque opération
25 pour produire un signal de sortie supplémentaire comprend les opérations suivantes :
 - produire un troisième signal électrique de mesure représentatif de la tension de sortie produite par le thermocouple,
 - faire passer un courant connu à travers le thermocouple et produire un qua-
30 trième signal électrique de mesure représentatif de l'amplitude de la tension de sortie produite par le thermocouple quand il est parcouru par ledit courant, et
 - combiner lesdits troisième et quatrième signaux de mesure pour produire un signal différentiel supplémentaire représentatif de la différence entre les
35 amplitudes respectives représentées par lesdits troisième et quatrième signaux de mesure, le signal de sortie supplémentaire étant constitué par le signal

différentiel supplémentaire.

4. Procédé suivant les revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que les signaux de mesure sont produits et combinés sous forme numérique, de sorte que le premier et les signaux de sortie supplémentaires sont des signaux numériques.
- 05 5. Dispositif utilisable dans un système d'acquisition de données pour l'essai d'un thermocouple associé audit système, caractérisé en ce qu'il comporte :
- des moyens (22, 28, 30, 36, 38, 40, 44) pour produire un signal électrique de sortie représentatif de la résistance du thermocouple (14)
 - des moyens de mise en mémoire du signal (56)
 - 10 - des moyens de comparaison de signaux (60), et
 - des moyens de commande (70) pour faire produire aux moyens de production un premier desdits signaux de sortie quand on sait que le thermocouple fonctionne correctement, et pour provoquer la mise en mémoire dudit premier desdits signaux de sortie, les moyens de commande étant actionnés de temps en temps
 - 15 par la suite pour faire produire, aux moyens de production du signal de sortie, des signaux supplémentaires desdits signaux de sortie et pour provoquer la comparaison de chacun desdits signaux de sortie supplémentaires avec le signal mis en mémoire dans les moyens de mise en mémoire, pour vérifier si la résistance du thermocouple a varié.
- 20 6. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens de production du signal de sortie comportent des moyens (22) pour produire un signal électrique de mesure représentatif de l'amplitude de la tension de sortie du thermocouple (14), des moyens (28, 30, 36) pour faire passer un courant connu à travers le thermocouple, et un circuit de soustraction (44), les moyens de
- 25 commande (70) étant en outre actionnés pour faire produire aux moyens de production du signal de sortie un premier desdits signaux de mesure quand ledit courant connu ne passe pas dans le thermocouple, pour actionner les moyens pour faire passer ledit courant connu à travers le thermocouple pour produire un second desdits signaux de mesure quand ledit courant passe à travers le thermocouple, et pour obtenir dans le circuit de soustraction une combinaison desdits
- 30 premier et second signaux de mesure de manière à produire un signal différentiel représentatif de la différence entre les amplitudes respectives représentées par lesdits premier et second desdits signaux de mesure, le signal de sortie étant constitué par le signal différentiel.

7. Dispositif suivant la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens pour produire le signal de sortie (22, 28, 30, 36, 38, 40, 44) comprennent en outre un convertisseur analogique-numérique (22) adapté pour convertir la tension de sortie analogique du thermocouple (14) en un signal numérique représentatif de l'amplitude de cette tension.
- 05

